

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-121307

(43)Date of publication of application : 12.05.1995

(51)Int.Cl.

G06F 3/06

G06F 12/08

G11B 20/10

(21)Application number : 05-263233

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 21.10.1993

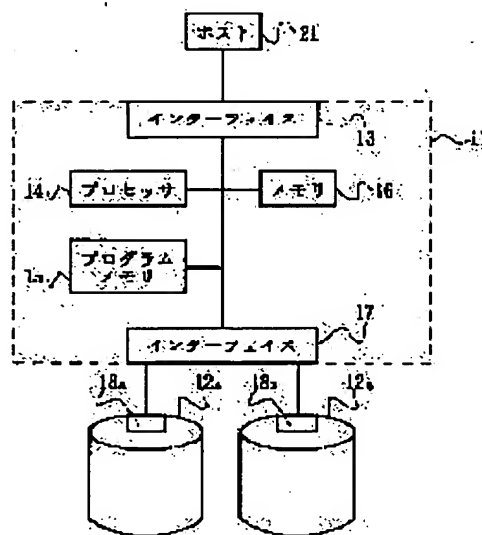
(72)Inventor : NAKAJIMA TADASHI

## (54) MULTIPLEXED DISK DEVICE

### (57)Abstract:

PURPOSE: To provide the multiplexed disk device which effectively uses cache memories provided in individual disk devices.

CONSTITUTION: A processor 14 unequivocally determines a disk device 12, where update of contents of a cache 18 is permitted, based on the address and the size of data, which the access is requested from a host 21, and permits update of contents of only this cache and responds to the access request from the host 21 thereafter. Thus, data stored in two cache memories 18 can be made different from each other to raise the probability of cache hit.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-121307

(43) 公開日 平成7年(1995)5月12日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 3/06	3 0 2 A			
12/08	3 2 0	7608-5B		
G 1 1 B 20/10	A	7736-5D		

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平5-263233

(22) 出願日 平成5年(1993)10月21日

(71) 出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂三丁目3番5号

(72) 発明者 中島 正

埼玉県岩槻市府内3丁目7番1号 富士ゼ

ロックス株式会社岩槻事業所内

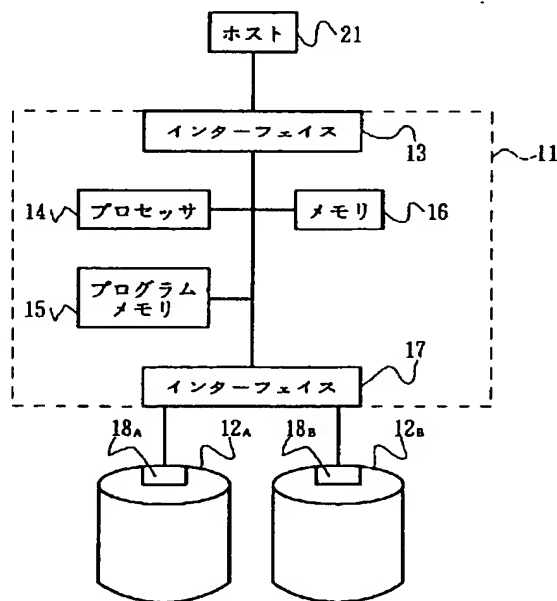
(74) 代理人 弁理士 山内 梅雄

(54) 【発明の名称】 多重化ディスク装置

(57) 【要約】

【目的】 個々のディスク装置内に備えられたキャッシュメモリを有効に活用できる多重化ディスク装置を提供する。

【構成】 プロセッサ14は、ホスト21からアクセス要求のあったデータのアドレス、サイズを基に、キャッシュ18の内容の更新を許可するディスク装置12を一義的に決定し、そのキャッシュだけの内容の更新を許可した後に、ホスト21からのアクセス要求に応答する。これにより、2つのキャッシュメモリ18に記憶されるデータを異なるようにすることができ、キャッシュヒットする確率を高くすることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 データ転送時にデータの一時記憶に用いられるキャッシュメモリをそれぞれに備えた所定数のディスク装置と、

アクセス要求がなされたデータの識別情報を基に前記所定数のディスク装置のうち1台のディスク装置を特定する特定手段と、

前記特定手段により特定されたディスク装置のキャッシュメモリの内容の更新を許可するとともに他のディスク装置のキャッシュメモリの内容の更新を禁止するキャッシュメモリ制御手段と、

前記アクセス要求が書き込み要求であった場合は前記データを前記所定数のディスク装置全てに書き込み、読み出し要求であった場合は前記所定数のディスク装置のうちの1台から読み出してそのアクセス要求に応答する応答手段とを具備することを特徴とする多重化ディスク装置。

【請求項2】 データ転送時にデータの一時記憶に用いられるキャッシュメモリをそれぞれに備えた所定数のディスク装置と、

前記ディスク装置のアドレス空間を区分けした複数の記憶領域と前記所定数のディスク装置との対応関係を設定する対応関係設定手段と、

アクセス要求がなされたデータのアドレスとサイズから前記対応関係を基に1台のディスク装置を特定する特定手段と、

前記特定手段により特定されたディスク装置のキャッシュメモリの内容の更新を許可するとともに他のディスク装置のキャッシュメモリの内容の更新を禁止するキャッシュメモリ制御手段と、

前記アクセス要求が書き込み要求であった場合は前記データを前記所定数のディスク装置全てに書き込み、読み出し要求であった場合は前記所定数のディスク装置のうちの1台から読み出してそのアクセス要求に応答する応答手段とを具備することを特徴とする多重化ディスク装置。

【請求項3】 データ転送時にデータの一時記憶に用いられるキャッシュメモリをそれぞれに備えた所定数のディスク装置と、

前記ディスク装置のアドレス空間を区分けした複数の記憶領域と前記所定数のディスク装置との対応関係を設定する対応関係設定手段と、

アクセス要求がなされたデータのアドレスとサイズから前記対応関係を基に1台のディスク装置を特定する特定手段と、

前記特定手段により特定されたディスク装置のキャッシュメモリの内容の更新を許可するとともに他のディスク装置のキャッシュメモリの内容の更新を禁止するキャッシュメモリ制御手段と、

前記アクセス要求が書き込み要求であった場合は前記デ

ータを前記所定数のディスク装置全てに書き込み、読み出し要求であった場合は前記所定数のディスク装置のうちの1台から読み出してそのアクセス要求に応答する応答手段と、

読み出し要求への応答がキャッシュメモリからのデータの読み出しにより実行されたか否かを判定する判定手段と、

前記判定手段による判定結果をそれぞれのキャッシュメモリについて累計するカウント手段と、

このカウント手段のカウント値を基に各キャッシュメモリに対してその内容の更新が許可される確率が等しくなるように前記対応関係を変更する対応関係変更手段とを具備することを特徴とする多重化ディスク装置。

【請求項4】 データ転送時にデータの一時記憶に用いられるキャッシュメモリをそれぞれに備えた所定数のディスク装置と、

アクセス要求のあったデータが前記所定数のディスク装置のキャッシュメモリに記憶されているか否かを判定する判定手段と、

前記判定手段により前記データがいずれのキャッシュメモリにも記憶されていないと判定された場合に前回のアクセス要求時に内容の更新が許可されたキャッシュメモリとは異なるキャッシュメモリの内容の更新を許可し、それ以外の場合には判定手段がそのデータが記憶されていると判定したキャッシュメモリの内容の更新を許可するキャッシュメモリ制御手段と、

前記アクセス要求が書き込み要求であった場合は前記データを前記所定数のディスク装置全てに書き込み、読み出し要求であった場合は前記所定数のディスク装置のうちの1台から読み出してそのアクセス要求に応答する応答手段とを具備することを特徴とする多重化ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、多重化ディスク装置に係わり、特に、キャッシュメモリを備えたディスク装置を複数台用いる多重化ディスク装置に関する。

【0002】

【従来の技術】コンピュータなどの外部記憶装置として用いられるディスク装置では、ヘッドとディスク媒体の衝突などにより、ディスク媒体上に記憶しておいた情報が失われてしまうことがある。このため、記憶装置としての信頼性を向上させるために、同じ情報を複数台のディスク装置に多重化して格納することが行なわれている。このような形で情報の記憶を行う多重化ディスク装置は、通常、単体でも使用可能な複数台のディスク装置と、それらのディスク装置を1台のディスク装置として取り扱えるようにするコントローラで構成される。コントローラは、ホストからのデータのアクセス要求を受け、その要求が、書き込み要求である場合には、複数台

のディスク装置全てに対して、そのデータを書き込み、読み出し要求である場合には、複数台のディスク装置のうちの所定の1台から、データを読み出し、ホストに転送する。

【0003】このように、多重化ディスク装置は、ホスト側からは、通常のディスク装置と同様に取り扱える装置であり、単体のディスク装置で用いられている技術は、全て、多重化ディスク装置に適用可能である。たとえば、特開昭62-86425号公報には、2台のディスク装置に共通するキャッシュメモリを設けた2重化ディスク装置が提案されている。

【0004】図26に、その概要を示す。この2重化ディスク装置では、前述のコントローラに相当する部分にキャッシュメモリ18を設け、そのキャッシュメモリ18に書き込み要求のあったデータを一時記憶する。この記憶が完了した時点で、コントローラ11は、ホストに書き込み要求への応答が完了したことを通知する。ディスクへのデータの書き込みは、キャッシュメモリ18内のデータを基に、コントローラ11が行う。また、特開平1-154263号公報には、2つのディスク装置の一方にキャッシュを設け、読み出し要求に対しては、そのキャッシュメモリが接続されたディスク装置で応答する2重化ディスク装置が提案されている。

【0005】さらに、個々のディスク装置にキャッシュメモリが備えられた装置に、特開平4-336620号公報に記載の2重化ディスク装置がある。この装置では、個々の装置に設けられたキャッシュメモリを介して装置間でデータの複写を行っている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】以上説明したように、多重化ディスク装置に組み込まれるディスク装置は、単独で用いることもできるディスク装置である。また、単独で用いるディスク装置の多くは、キャッシュメモリを備えた形で製造されている。このため、多重化ディスク装置も、このようなキャッシュ付ディスク装置のキャッシュを有効に活用するものであることが望まれる。複数のディスク装置を制御するコントローラ内にキャッシュメモリを設けた従来の装置では、各ディスク装置内にキャッシュメモリが存在しても、その存在が、装置の応答性の向上に寄与することはあまりない。また、特開平4-336620号公報に記載の2重化ディスク装置では、2つあるキャッシュメモリに同じ情報のコピーが作成されてしまい、やはり、2重化ディスク装置内に存在しているキャッシュメモリが有効に活用されていないという問題があった。

【0007】そこで本発明の目的は、個々のディスク装置内に備えられたキャッシュメモリを有効に活用できる多重化ディスク装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、

データ転送時にデータの一時記憶に用いられるキャッシュメモリをそれぞれに備えた所定数のディスク装置と、アクセス要求がなされたデータの識別情報を基に前記所定数のディスク装置のうち1台のディスク装置を特定する特定手段と、特定手段により特定されたディスク装置のキャッシュメモリの内容の更新を許可するとともに他のディスク装置のキャッシュメモリの内容の更新を禁止するキャッシュメモリ制御手段と、アクセス要求が書き込み要求であった場合はそのデータを所定数のディスク装置全てに書き込み、読み出し要求であった場合は所定数のディスク装置のうちの1台から読み出してそのアクセス要求に応答する応答手段とを具備する。

【0009】すなわち請求項1記載の発明では、アクセス要求がなされたデータの、たとえば、ファイル名などの識別情報を基に、所定数のディスク装置から1台のディスク装置を一義的に決定する特定手段を設け、これにより特定されたディスク装置のキャッシュメモリだけの内容の更新を許可し、他のディスク装置のキャッシュメモリの内容の更新を禁止してから、アクセス要求が書き込み要求である場合には、全てのディスク装置にそのデータを書き込み、読み出し要求である場合には、1台のディスク装置から読み出したデータでその要求に応答する。このように、複数のディスク装置に内蔵されたキャッシュメモリのうち、1台だけの内容の更新を許可してアクセス要求に応答するため、それらのキャッシュメモリには互いに異なるデータのコピーが記憶されるようになり、読み出し要求時にキャッシュメモリ上に、要求されたデータのコピーが存在する確率が高くなり、応答性を向上させることができる。

【0010】請求項2記載の発明は、データ転送時にデータの一時記憶に用いられるキャッシュメモリをそれぞれに備えた所定数のディスク装置と、ディスク装置のアドレス空間を区分けした複数の記憶領域と前記所定数のディスク装置との対応関係を設定する対応関係設定手段と、アクセス要求がなされたデータのアドレスとサイズから前記対応関係を基に1台のディスク装置を特定する特定手段と、特定手段により特定されたディスク装置のキャッシュメモリの内容の更新を許可するとともに他のディスク装置のキャッシュメモリの内容の更新を禁止するキャッシュメモリ制御手段と、アクセス要求が書き込み要求であった場合はそのデータを所定数のディスク装置全てに書き込み、読み出し要求であった場合は所定数のディスク装置のうちの1台から読み出してそのアクセス要求に応答する応答手段とを具備する。

【0011】すなわち請求項2記載の発明では、対応関係設定手段を用いて、予め、ディスク装置のアドレス空間と各ディスク装置の対応関係を設定しておく。そして、特定手段は、この対応関係を基に、アクセス要求がなされたデータのアドレスとサイズで定められる領域が、どのディスク装置に割り当てられているかを検出す

ることにより、1台のディスク装置の特定を行なう。キャッシュメモリ制御手段は、これにより特定されたディスク装置のキャッシュメモリだけの内容の更新を許可し、他のディスク装置のキャッシュメモリの内容の更新を禁止し、応答手段は、アクセス要求が書き込み要求である場合には、全てのディスク装置にそのデータを書き込み、読み出し要求である場合には、1台のディスク装置から読み出したデータでその要求に応答する。このように、複数のディスク装置に内蔵されたキャッシュメモリのうち、1台だけの内容の更新を許可してアクセス要求に応答するため、それらのキャッシュメモリには互いに異なるデータのコピーが記憶されるようになり、読み出し要求時にキャッシュメモリ上に、要求されたデータのコピーが存在する確率が高くなり、応答性を向上させることができる。

【0012】請求項3記載の発明は、データ転送時にデータの一時記憶に用いられるキャッシュメモリをそれぞれに備えた所定数のディスク装置と、ディスク装置のアドレス空間を区分けした複数の記憶領域と所定数のディスク装置との対応関係を設定する対応関係設定手段と、アクセス要求がなされたデータのアドレスとサイズから対応関係を基に1台のディスク装置を特定する特定手段と、特定手段により特定されたディスク装置のキャッシュメモリの内容の更新を許可するとともに他のディスク装置のキャッシュメモリの内容の更新を禁止するキャッシュメモリ制御手段と、アクセス要求が書き込み要求であった場合はそのデータを所定数のディスク装置全てに書き込み、読み出し要求であった場合は所定数のディスク装置のうちの1台から読み出してそのアクセス要求に応答する応答手段と、読み出し要求への応答がキャッシュメモリからのデータの読み出しにより実行されたか否かを判定する判定手段と、判定手段による判定結果をそれぞれのキャッシュメモリについて累計するカウント手段と、このカウント手段のカウント値を基に各キャッシュメモリに対してその内容の更新が許可される確率が等しくなるように対応関係を変更する対応関係変更手段とを具備する。

【0013】すなわち請求項3記載の発明では、請求項2記載の発明に判定手段とカウント手段と対応関係変更手段を付加する。判定手段は、応答手段による読み出し要求への応答が、キャッシュメモリ内のデータの読み出しによりなされたか否かの判定を、たとえば、ディスク装置の応答時間を所定の時間と比較することにより行なう。カウント手段は、キャッシュメモリからデータが読み出された回数、または、キャッシュメモリからデータが読み出されなかった回数を各キャッシュメモリに対してカウントする。対応関係変更手段は、カウント手段のカウント値を基に、各ディスク装置へのアドレス空間の割り当てを変更し、各キャッシュメモリに対して、その内容の更新が許可される確率が等しくなるようにする。

このように、各キャッシュメモリの内容の更新が許可される確率が等しくなるように対応関係を変更する手段を設けてあるため、各ディスク装置内に設けられたキャッシュメモリをさらに効率的に使用することができる。

【0014】請求項4記載の発明は、データ転送時にデータの一時記憶に用いられるキャッシュメモリをそれぞれに備えた所定数のディスク装置と、アクセス要求のあったデータが所定数のディスク装置のキャッシュメモリに記憶されているか否かを判定する判定手段と、判定手段によりそのデータがいずれのキャッシュメモリにも記憶されていないと判定された場合に前回のアクセス要求時に内容の更新が許可されたキャッシュメモリとは異なるキャッシュメモリの内容の更新を許可し、それ以外の場合には判定手段がそのデータが記憶されていると判定したキャッシュメモリの内容の更新を許可するキャッシュメモリ制御手段と、アクセス要求が書き込み要求であった場合はそのデータを所定数のディスク装置全てに書き込み、読み出し要求であった場合は所定数のディスク装置のうちの1台から読み出してそのアクセス要求に応答する応答手段とを具備する。

【0015】すなわち請求項4記載の発明では、内容の更新を許可するキャッシュメモリの特定を判定手段の判定結果に応じて行なう。判定手段は、たとえば、アクセス要求のなされたデータの読み出しを実行することにより、そのデータがキャッシュメモリ内に記憶されているか否かを判定する。キャッシュメモリ制御手段は、判定手段が対象とするデータが記憶されたキャッシュメモリを見出したときには、そのキャッシュメモリの内容の更新を許可し、他のキャッシュメモリの内容の更新を禁止する。そして、対象とするデータがいずれのキャッシュメモリにも記憶されていないときには、前回、内容の更新を許可したキャッシュメモリとは異なるキャッシュメモリの内容の更新を許可する。このように、内容の更新を許可するキャッシュメモリを代えていくので、各キャッシュの使用頻度が平均化し、キャッシュメモリを効率的に使用することができる。

【0016】

【実施例】以下、実施例につき本発明を詳細に説明する。

【0017】図1に、本発明の一実施例における多重化ディスク装置の構成を示す。実施例の多重化ディスク装置は、コントローラ11と、2台のディスク装置12<sub>A</sub>、12<sub>B</sub>で構成され、コントローラ11は、インターフェイス13とプロセッサ14とプログラムメモリ15とメモリ16と、ディスク装置12へのインタフェース17で構成される。ディスク装置12は、磁気ディスク媒体を用いた装置であり、半導体メモリからなるキャッシュメモリ18を備え、キャッシュメモリの内容を更新してディスク媒体にアクセスする動作モードと、その内容を更新せずにアクセスする動作モードとを有する装

置である。以下の説明においては、便宜上、キャッシュメモリをキャッシュと表記することにする。インターフェイス13は、ホスト21とのデータの転送を受け持ち、プロセッサ14は、プログラメモリ15内に格納されたプログラムに従い、インターフェイス17を介して2台のディスク装置12を制御する。メモリ16は、装置の動作に必要なパラメータの記憶と、ホストからのデータの一時記憶に用いられる。

【0018】実施例の多重化ディスク装置では、2台のディスク装置へのアクセスに先がけ、それぞれのディスク装置に内蔵されたキャッシュの機能を設定する。この設定は、2つのキャッシュ18<sub>A</sub>、18<sub>B</sub>に、互いに異なるデータのコピーを保持させるために行なうものである。このためには、2つのキャッシュの内容の更新が共に許可されることがないようにするとともに、同じデータ（同じアドレスで指定されるデータ）が異なるキャッシュに保存されることがないようにすることが必要であり、実施例の装置では、これらを以下に示す動作により実現する。

【0019】プロセッサ14は、インターフェイス13を介してホスト21より入力された情報が、ディスク装置のアドレス空間と各キャッシュとの対応関係の設定を指示するものであると判断したときには、その情報の内容を基に、メモリ16内に、対応関係テーブルを作成する。このテーブルには、キャッシュ18<sub>A</sub>（ディスク装置12<sub>A</sub>）に対応づけるアドレス空間上の領域と、キャッシュ18<sub>B</sub>に対応づける領域の開始アドレスとサイズがリストアップされる。キャッシュに対応づける領域は、連続した1つの領域である必要はなく、たとえば、100単位目のアドレス空間を有するディスク装置の、20単位目までの領域と70単位目以後の領域を一方のキャッシュに対応づけることもできるようにしてある。なお、この対応関係テーブルのコピーは、ディスク装置内の所定の記憶領域上にも作成され、装置の再立ち上げ時には、ディスク装置に格納された対応関係テーブルのメモリ16内への読み出しが行なわれるように装置を構成している。

【0020】プロセッサ14は、この対応関係テーブルを基に、ホスト21からのアクセス要求に応じて、両方のディスク装置のキャッシュの内容が共に更新されることがないように、各キャッシュを制御する。まず、書き込み要求に対する応答動作の説明を行なう。

【0021】図2に、ホストからの書き込み要求を受信したときの、多重化ディスク装置の動作の流れを示す。書き込み要求を受信したプロセッサ14は、その要求のアドレスとサイズで指定される対象領域が、ディスク装置12<sub>A</sub>に対応づけられているA領域に含まれるか否かを判断（ステップS101）し、含まれる場合（Y）には、キャッシュ18<sub>A</sub>（キャッシュA）の内容の更新を許可する制御情報をディスク装置12<sub>A</sub>に出力（ステッ

プS102）する。また、含まれない場合（N）には、キャッシュ18<sub>B</sub>（キャッシュB）の内容の更新を禁止する制御情報をディスク装置12<sub>B</sub>に出力（ステップS103）する。そして、対象領域がディスク装置12<sub>B</sub>に対応づけられているB領域に含まれるか否かを判断（ステップS104）し、含まれる場合（Y）には、キャッシュBの内容の更新を許可（ステップS105）し、含まれない場合（ステップS104；N）には、キャッシュBの内容の更新を禁止（ステップS106）する。

【0022】この一連の処理により、対象領域がA領域に含まれる場合には、キャッシュAの内容の更新が許可され、キャッシュBの内容の更新が禁止される。また、対象領域が、B領域に含まれる場合には、逆に、キャッシュBの内容の更新が許可され、キャッシュAの内容の更新が禁止される。そして、対象領域がA領域およびB領域にまたがる場合には、2つのキャッシュに同じアドレスで指定されるデータが記憶されることを防ぐために、両方のキャッシュの内容の更新が禁止される。

【0023】このように各キャッシュの機能を設定した後に、プロセッサ14は、両方のディスク装置に対して、書き込み要求を出し、データの転送を行う（ステップS107）。そして、各ディスク装置からの応答完了信号を監視して、どちらか一方のディスク装置への書き込みが完了したとき（ステップS108；Y）に、ホスト21に、書き込み要求への応答が完了したことを通知（ステップS109）する。そして、両方のディスク装置の書き込みが完了した後（ステップS110；Y）に、動作を終了する。

【0024】次に、読み出し要求に対する応答動作を説明する。

【0025】図3に、ホストからデータの読み出し要求を受信したときの、多重化ディスク装置の動作の流れを示す。ステップS201ないしS206の動作は、図2のステップS101ないしS106の動作と同様のものであるため説明は省略する。プロセッサ14は、ステップS206までの処理で、各ディスク装置のキャッシュの内容の更新を許可または禁止した後に、両方のディスク装置に対して、読み出し要求を行う（ステップS207）。そして、どちらか一方のディスク装置からのデータの読み出しが完了したとき（ステップS208；Y）に、ホスト21に、読み出し要求の完了通知を出し（ステップS209）、読み出し要求に対する応答動作を終了する。

【0026】このような動作により、各ディスク装置に内蔵されたキャッシュには、互いに異なるデータが記憶されるようになる。以下に、簡単なケースを例として、実施例の多重化ディスク装置において、そのキャッシュの内容が変化するように説明する。

【0027】図4に、ここで説明に用いる2つのデータ

とディスク装置のアドレス空間との関係を示す。図示したように、ディスク装置のアドレス空間は2つに区分けされ、一方がディスク装置12<sub>A</sub>（図では、ディスクAと表記してある。）に、他方がディスク装置12<sub>B</sub>（ディスクB）に対応づけられているものとする。また、データ31<sub>1</sub>は、ディスクAに対応づけられた領域に格納され、データ31<sub>2</sub>は、ディスクBに対応づけられた領域に格納されるデータである。これら2つのデータ31<sub>1</sub>、31<sub>2</sub>の書き込み要求が、この順で、多重化ディスク装置に対してなされた場合を考える。なお、簡単のため、これらのデータはキャッシュと同じサイズであるものとし、各ディスク装置をコントローラが制御するものとして説明を行なう。

【0028】図5に、データ31<sub>1</sub>が2つのディスク装置に書き込まれていく過程を模式的に示す。コントローラ11は、データの書き込みに先がけ、各ディスク装置のキャッシュの内容の更新の許可、または、禁止を行なう。この場合、データ31<sub>1</sub>が、ディスク装置12<sub>A</sub>に対応づけられた領域のデータであるので、図2に示した流れに従い、まず、キャッシュ18<sub>A</sub>の内容の更新が許可され、キャッシュ18<sub>B</sub>の内容の更新が禁止される。その後、両方のディスク装置に対して書き込み要求が出される。このため、ディスク装置12<sub>A</sub>に対しては、矢印で示したように、キャッシュ18<sub>A</sub>にデータ31<sub>1</sub>のコピーが作成されてから、キャッシュ18<sub>A</sub>の内容が、ディスクへ書き込まれる。また、ディスク装置12<sub>B</sub>に対しては、キャッシュ18<sub>B</sub>の内容が更新されることなく、ディスクにデータ31<sub>1</sub>が書き込まれる。なお、コントローラ11は、実線矢印で示した処理が完了した段階で、ホストに要求応答完了通知を出し、破線矢印で示した処理は、通常、バックグラウンド処理となる。

【0029】図6に、データ31<sub>1</sub>の書き込み後に、データ31<sub>2</sub>が2つのディスク装置に書き込まれていく過程を模式的に示す。図4に示したように、データ31<sub>2</sub>は、ディスク装置12<sub>B</sub>に対応づけられた領域にあるデータなので、データ31<sub>2</sub>の書き込みに際しては、キャッシュ18<sub>B</sub>の内容の更新が許可され、キャッシュ18<sub>A</sub>の内容の更新が禁止される。このため、図6に示したように、データ31<sub>2</sub>は、キャッシュ18<sub>B</sub>にそのコピーが形成されてから、ディスクに書き込まれ、ディスク装置12<sub>A</sub>に対しては、キャッシュ18<sub>A</sub>の内容が書き換わることなく、直接、ディスクに書き込まれる。

【0030】このように、実施例の多重化ディスク装置によれば、2つの書き込み要求の結果、キャッシュ18<sub>A</sub>にはデータ31<sub>1</sub>のコピーが、キャッシュ18<sub>B</sub>にはデータ31<sub>2</sub>のコピーが、形成されることになる。

【0031】ここで、比較のため、両方のキャッシュの内容の更新を常に許可する装置に、図5および図6で説明に用いたのと同じ書き込み要求を出した場合を考える。なお、以下の説明においては、この装置を、比較例

の装置と表記する。

【0032】図7および図8に、比較例の装置において、データ31<sub>1</sub>、31<sub>2</sub>が、2つのディスク装置に書き込まれていく過程を模式的に示す。比較例の装置では、両方のキャッシュの内容の更新を常に許可しているので、図7に示したように、データ31<sub>1</sub>は、いずれのディスク装置においても、キャッシュにそのデータのコピーが形成された後に、ディスクへ格納される。この後に、データ31<sub>2</sub>の書き込みが行なわれると、やはり、キャッシュを介したデータの書き込みが行なわれるので、図8に示したように、データ31<sub>1</sub>のコピーを保持していたキャッシュ18<sub>A</sub>および18<sub>B</sub>は、その内容が書き換えられ、いずれもデータ31<sub>2</sub>のコピーを保持するようになる。

【0033】このように、書き込んだデータは同じであるにもかかわらず、比較例の装置では、2つのキャッシュに同じデータのコピーが保持され、実施例の多重化ディスク装置では、個々のキャッシュに、それぞれ異なるデータのコピーが保持されるようになる。ここでは、キャッシュの内容が変化するようにす、書き込み時の動作で説明したが、読み出し時にも同様のことが起こる。

【0034】図9に実施例の多重化ディスク装置における、読み出し動作の概要を模式的に示す。コントローラ11は、読み出し要求がなされたデータのアドレス、サイズを基に、図3に示した流れ図に従い、片方のキャッシュの内容の更新を許可してから、両ディスク装置にデータの読み出し要求を行なう。これにより、読み出すべきデータが、ディスク装置12<sub>A</sub>に対応付けられた領域のデータであるときには、図示したように、そのデータのコピーがキャッシュ18<sub>A</sub>に作成される。

【0035】図10に比較例の装置における、読み出し動作の概要を示す。比較例の装置では、両方のキャッシュの内容の更新が許可されているため、コントローラ11が両ディスク装置に読み出し要求を出した際には、両方のキャッシュにそのデータのコピーが形成されてしまう。

【0036】ここで、これら読み出し要求への応答動作を、タイミング図を用いて再度説明することにする。

【0037】図11に、実施例の多重化ディスク装置における読み出し要求への応答動作のタイミングを示す。なお、ホストから読み出し要求がなされたデータは、ディスク装置12<sub>A</sub>に対応づけられたデータであるとし、また、そのデータのコピーはキャッシュ内に保持されていないものとする。

【0038】ホストからの読み出し要求41を受けたコントローラは、図3に示した流れに従い、ディスク装置12<sub>A</sub>に、キャッシュ18<sub>A</sub>の内容の更新を許可する制御信号を出力し、ディスク装置12<sub>B</sub>に、キャッシュ18<sub>B</sub>の内容の更新を禁止する制御信号を出力する。その後、各ディスク装置に対して、データの読み出し要求信

号42<sub>A</sub>、42<sub>B</sub>を出力する。これを受けた2台のディスク装置は、それぞれデータの読み出し動作を開始し、ヘッドとディスク媒体との相対的な位置関係が、そのデータの読み出しに適当なものになるのをまって、ディスクからデータの読み出しを開始する。そして、いずれか一方のデータの読み出しが完了した時点で、ホストへ応答完了通知43を出力する。

【0039】ヘッドの移動およびディスク媒体の回転に必要な時間“t”は、そのときの状況により異なり、キャッシュの内容の更新が禁止されているディスク装置からの応答の方が早い場合もある。実施例の装置では、早く応答があった方のディスク装置から読み出したデータをホストに転送する。このため、図11に示したようにディスクBからの応答の方が早い場合には、ディスクBから読み出されたデータが、ホストへ転送される。しかし、このときキャッシュBの内容の更新は禁止されているため、キャッシュBにそのデータのコピーが形成されることはなく、常に、キャッシュの内容の更新が許可されているキャッシュAに読み出されたデータのコピーは形成される。

【0040】図12に、比較例の多重化ディスク装置における、ホストからの読み出し要求に応答する動作のタイミングを示す。比較例の装置では、両方のディスク装置に内蔵されたキャッシュの内容の更新は許可されているので、同じ読み出し要求に応答させた場合、図示したように、両方のキャッシュに読み出したデータのコピーが形成される。

【0041】このように実施例の装置では、比較例の装置と比べて、キャッシュを制御するための制御信号を出力する分、読み出し要求が完了するまでに必要な時間が長くなることになるが、周知の如く、このような制御信号の授受には、非常に短い時間が必要とされるだけであり、実施例の装置では、個々の読み出し要求への応答性を劣化させることなく、各キャッシュに互いに異なるデータを記憶させることができる。

【0042】また、実施例の多重化ディスク装置では、個々の書き込み要求に対する応答性も劣化することはない。

【0043】図13、14に、それぞれ実施例、比較例の装置の書き込み要求に対する応答動作のタイミングを示す。図2を用いて既に説明したように、実施例の多重化ディスク装置では、書き込み要求のあったデータのアドレス、サイズで一義的に定まる1つのキャッシュの内容の更新を許可した後に、両ディスク装置に書き込み要求を発行する。そして、何れか一方のディスク装置（通常、図13に示したようにキャッシュの内容の更新を許可したディスク装置）からの応答完了通知を受信した段階で、ホストへ応答完了通知43を出力する。

【0044】比較例の装置では、両方のキャッシュの内容の更新が常に許可されているため、図14に示したよ

うに、両方のキャッシュに書き込み要求のあったデータのコピーが形成されるが、やはり、一方のディスク装置への書き込みが完了した段階で、ホストへの応答完了通知43は出力される。このため、実施例、比較例の装置を用いてデータの書き込みを行なったときに、ホストが応答完了通知43を受信するまでの時間の差は、キャッシュを機能を設定するための制御信号の授受に必要な時間だけであり、實際上、問題にならない程度のものである。

【0045】以上詳細に説明したように、実施例の多重化ディスク装置では、個々のアクセス要求への応答速度を低下させずに、アクセス要求があったデータのアドレスとサイズを基に、内容の更新を許可するキャッシュを一義的に定めてから、アクセス要求に応答しているため、各キャッシュに、互いに異なるデータのコピーが形成されることになる。

【0046】図15を用いて、同一のアクセス要求に応答したときに、実施例と比較例の装置のキャッシュ上に記憶されるデータの違いを説明する。図中、網掛けしてある部分がキャッシュ上にデータのコピーが形成されているデータを表わす。一連のアクセス要求に応答した結果、(a)に示したようなアドレスのデータのコピーが実施例の装置内のキャッシュ上に形成された場合でも、比較例の装置では、そのデータの総量が1台分のキャッシュの容量を越える場合には、(b)に示したようにその一部のデータのコピーはキャッシュ上から失われてしまう。このように、実施例の装置では、キャッシュ内に存在するデータの総量が、比較例の装置と比べて多くなり、その結果として、データの読み出し時にそのデータのコピーがキャッシュ上に存在する確率が高くなる。

【0047】図16に、キャッシュ上にデータのコピーが存在した場合の、実施例の多重化ディスク装置における読み出し動作のタイミングを示す。このように、キャッシュ上にデータのコピーが存在する場合には、ディスクからデータを読み出す必要がなくなるため、ホストが読み出し要求41を出力してから応答完了通知43が得られるまで（データが読み出されるまで）の時間が、ディスクからデータを読み出す場合（図11）に比べて短くなる。なお、比較例の装置では、図17に示したように、いずれかのキャッシュにデータのコピーが存在する場合には、他方のキャッシュにもコピーが存在するが、実施例の装置では、各キャッシュは互いに異なるデータのコピーを保持しているため、いずれか一方のキャッシュにしか、そのコピーは存在していない。

【0048】装置内のキャッシュに互いに異なるデータが記憶されている実施例の多重化ディスク装置では、読み出し要求への応答が、キャッシュ内のデータの読み出しにより実行される、すなわち、図16に示したタイミングで実行される確率が高くなり、読み出し要求に対する平均的な応答速度が早くなる。データの読み出し時

に、そのデータのコピーがキャッシュ上に存在する確率は、ディスク装置のアドレス空間と各ディスク装置との対応関係をうまく設定してやることにより、図15に示したように比較例の装置の最大2倍まで高めることができる。

#### 【0049】第1の変形例

【0050】実施例の装置では、設定した対応関係が適当なものである場合には、各キャッシュの使用頻度は等しくなり、実行的なキャッシュの容量を個々のディスク装置のキャッシュ容量の総和とすることができる。しかし、その設定が適当なものでない場合や、ディスク装置の記憶内容が更新されていった場合には、実行的なキャッシュ容量は、その総和より少なくなってしまう。第1の変形例の装置では、この対応関係の自動設定を行なう。

【0051】第1の変形例の多重化ディスク装置の構成は、実施例の装置と同様のものであるため、図1を参照してその動作の説明を行なうことにする。

【0052】図18に、変形例の多重化ディスク装置における、データの読み出し動作の流れを示す。変形例の装置では、メモリ16内に、各ディスク装置に対するキャッシュがヒットした場合をカウントした情報を記憶するための記憶領域を設定し、その記憶領域内のカウンタ値を基に、対応関係の変更を行なう。この装置では、読み出し要求を受信したときには、まず、実施例の装置と同じ手順で、各キャッシュの内容の更新の許可、禁止を行ない（ステップS301）、2台のディスク装置に、受信したアクセス要求を発行する（ステップS302）。そして、どちらか一方からの読み出しが完了した段階（ステップS303；Y）で、その応答に要した時間“ $t_R$ ”を算出し（ステップS304）し、その“ $t_R$ ”と設定値“ $t_S$ ”との比較を行なう（ステップS305）。設定値“ $t_S$ ”には、キャッシュからの読み出しに必要な時間を僅かにうわまわる値が予め設定されている。

【0053】そして、“ $t_R > t_S$ ”が成立する場合（ステップS305；Y）に限り、ステップS301でキャッシュの内容の更新が許可されたディスク装置に対応するカウンタに1を加算（ステップS306）して、読み出し動作を終了する。“ $t_R > t_S$ ”が成立する場合は、キャッシュ内に読み出したデータのコピーがなかったときであるので、このように動作させることにより、読み出し要求時にキャッシュがヒットしなかった回数をカウントすることができる。

【0054】変形例の装置では、ホストから所定の制御情報を受信したときに、このカウンタ値を基に、対応関係の変更を開始する。以下に、その変更動作の説明を簡単に示す。

【0055】図19に、変形例の多重化ディスク装置の対応関係変更動作の流れを示す。対応関係の変更動作の

開始指示を受けたプロセッサ14は、キャッシュ18<sub>A</sub>、18<sub>B</sub>に対するカウンタ値“ $C_A$ ”、“ $C_B$ ”をメモリから読み出し（ステップS401）、それらの値を基に、対応関係の変更が必要か否かを判断（ステップS402）する。これらの値が完全に一致することは少ないため、“ $C_A$ ”と“ $C_B$ ”が近い値であるときには、変更が必要でないと判断（N）し、対応関係を変更せずにステップS406に進む。

【0056】対応関係の変更が必要と判断した場合（ステップS402；Y）には、カウンタ値が大きなディスク装置に対応づけられた記憶領域のうち、およそ $(C_A - C_B) / (C_A + C_B)$ の絶対値の1/2の容量の記憶領域を、他方のディスク装置に対応づけるよう対応関係テーブルを変更（ステップS403）する。そして、ディスク媒体へのライトバックが必要なキャッシュ内データは、ディスク装置への書き込みを実行（ステップS404）させ、キャッシュ内データをすべてクリア（ステップS405）する。ステップS404およびS405の処理は、対応関係の変更により、変更前には、キャッシュAにコピーが形成されたデータのコピーがキャッシュBに形成されるようになり、同一アドレスで指定される異なる内容のデータが2つのキャッシュに存在してしまうことを防ぐためである。最後に、カウンタ値“ $C_A$ ”、“ $C_B$ ”を“0”にリセット（ステップS406）し、対応関係変更処理を終了する。

【0057】このように装置を構成することにより、各キャッシュの使用頻度を等しくすることができ、各キャッシュを効率的に使用することができるようになる。

#### 【0058】第2の変形例

【0059】第2の変形例の装置では、予め、対応関係の設定を行なうことなく、各キャッシュ上に異なるデータのコピーを形成させる。この装置の構成も、実施例の装置と同様のものであるため、図1を参照して、その動作の説明を行なうことにする。

【0060】図20に、第2の変形例の多重化ディスク装置の読み出し動作の流れを示す。ホスト21からの読み出し要求を受信したプロセッサ14は、まず、両方のキャッシュの内容の更新を禁止（ステップS501）して、その読み出し要求を2台のディスク装置に対して発行（ステップS502）する。そして、キャッシュからの読み出しに必要なとされる時間内にデータが読み出されなければ（ステップS503；Y）、そのデータをホストに転送（ステップS504）して処理を終了する。データが所定時間内に読み出されない場合（ステップS503；N）には、いずれのキャッシュにもデータが存在していないため、“ $N_C$ ”で識別されるディスク装置の応答動作の停止を指示（ステップS505）し、そのディスク装置のキャッシュの内容の更新を許可した後（ステップS506）、再びそのディスク装置に対して読み出し要求を発行（ステップS507）する。なお、ステ

ップS505で行なっている応答動作の停止指示は、そのディスク装置が新たな要求を受け入れられるようにするための処理である。

【0061】データが所定時間内に読み出されない場合（ステップS503；N）にも、データのホストへの転送（ステップS508）が行なわれるわけだが、このステップは、便宜上、ステップS507につづけて表記してあるだけであり、ステップS503の後、データが読み出された段階で行なわれる。そして、最後に、識別情報“N<sub>c</sub>”に、他のディスク装置を識別する情報をセットし、読み込み動作を終了する。

【0062】図21に、第2の変形例の多重化ディスク装置の書き込み動作の流れを示す。ホスト21からの書き込み要求を受信したプロセッサ14は、まず、両方のキャッシュの内容の更新を禁止（ステップS601）して、その書き込み要求で指示されているアドレス、サイズのデータの読み出し要求を2台のディスク装置に対して発行（ステップS602）する。そして、キャッシュからの読み出しに必要とされる時間内にデータが読み出されたならば（ステップS603；Y）、その読み出しが行なわれたディスク装置のキャッシュの内容更新を許可（ステップS604）して、2台のディスク装置に対して書き込み要求を発行（ステップS607）する。

【0063】所定時間内にデータが読み出されないとき（ステップS603；N）には、“N<sub>c</sub>”で識別されるディスク装置のキャッシュの内容の更新を許可し（ステップS605）、識別情報“N<sub>c</sub>”に、他方のディスク装置を識別する情報をセット（ステップS606）し、2台のディスク装置に対して書き込み要求を発行（ステップS607）する。

【0064】このように、第2の変形例の装置では、キャッシュ内に対象となるデータのコピーが存在しない場合には、内容更新を許可するキャッシュを変えているので、各キャッシュの内容は異なり、また、各キャッシュの使用頻度も適度に分散する。

【0065】この第2の変形例の装置では、アクセス要求の応答に先がけ、読み出しを行ない、キャッシュ内に要求されたデータが存在しているか否かの判定を行なっているが、ディスク装置にハードウェアを付加して、その判定結果を出力させるようにしてもよい。

【0066】また、実施例、変形例で説明を行なった装置は、いずれも2台のディスク装置で構成されたものであるが、本発明は、2台以上のディスク装置を備える多重化ディスク装置であれば適用可能であり、たとえば、図22に示したような3台のディスク装置に対しても適用することができ、図23に示したようなキャッシュ付ディスク装置のペアが複数存在するものにも適用することができる。また、コントローラ11とホスト21が分離している必要もなく、図24に示すように、ホスト21内にコントローラ11が設けられていてもよい。

【0067】さらに、コントローラ11とディスク装置12がパラレルに接続されている必要もなく、図25に示すように、ディスク装置がデジチェーン接続されていてもよい。

【0068】また、実施例、第1の変形例で示した装置では、アドレス情報を基に、内容の更新を許可するディスク装置の特定を行なっているが、ディスク装置の特定手段はこれに限られるものではなく、たとえば、ファイル名によって、内容の更新を許可するディスク装置を特定するよう装置を構成してもよく、あるデータを識別する情報から一義にキャッシュを選択する方法であれば、どのようなものでも本発明には適用可能である。

【0069】さらに、実施例、変形例では、半導体メモリをキャッシュメモリとして用いる磁気ディスク装置を使用しているが、本発明は、2種の記憶手段を有し、その一方が他方に比べて高速にアクセス可能な記憶手段であるものならば適用可能であり、たとえば、磁気ディスク装置をキャッシュメモリ（キャッシュデバイス）として用い、光ディスク装置をディスク装置として用いたようなシステムにも適用できる。

【0070】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1ないし請求項4記載の発明によれば、複数のディスク装置に内蔵されたキャッシュメモリのうち、1台だけの内容の更新を許可してアクセス要求に応答するため、それらのキャッシュメモリには互いに異なるデータのコピーが記憶されるようになり、読み出し要求時にキャッシュメモリ上に、要求されたデータのコピーが存在する確率が高くなり、記憶装置としての応答性を向上させることができる。

【0071】また、請求項3記載の発明によれば、各キャッシュメモリの内容の更新が許可される確率が等しくなるように対応関係を変更する手段を設けてあるため、各ディスク装置内に設けられたキャッシュメモリをさらに効率的に使用することができる。

【0072】請求項4記載の発明によれば、内容の更新を許可するキャッシュメモリを代えていくので、各キャッシュメモリの使用頻度が平均化し、キャッシュメモリを効率的に使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例における多重化ディスク装置の概要を示す構成図である。

【図2】 実施例による多重化ディスク装置の書き込み要求に応答する動作の流れを示す流れ図である。

【図3】 実施例による多重化ディスク装置の読み出し要求に応答する動作の流れを示す流れ図である。各ディスク装置の状態判定を行う動作の流れを示す流れ図である。

【図4】 実施例による多重化ディスク装置の動作の説明に用いる2つのデータとディスク装置のアドレス空間

の関係を示す説明図である。

【図5】 実施例の多重化ディスク装置による、図4の1番目のデータの書き込み動作の概要を示す説明図である。

【図6】 実施例の多重化ディスク装置による、図4の2番目のデータの書き込み動作の概要を示す説明図である。

【図7】 比較例の多重化ディスク装置による、図4の1番目のデータの書き込み動作の概要を示す説明図である。

【図8】 比較例の多重化ディスク装置による、図4の2番目のデータの書き込み動作の概要を示す説明図である。

【図9】 実施例の多重化ディスク装置におけるデータの読み込み動作の概要を示す説明図である。

【図10】 比較例の多重化ディスク装置におけるデータの読み込み動作の概要を示す説明図である。

【図11】 実施例の多重化ディスク装置におけるデータの読み込み動作手順を示すタイミング図である。

【図12】 比較例の多重化ディスク装置におけるデータの読み込み動作手順を示すタイミング図である。

【図13】 実施例の多重化ディスク装置におけるデータの書き込み動作手順を示すタイミング図である。

【図14】 比較例の多重化ディスク装置におけるデータの書き込み動作手順を示すタイミング図である。

【図15】 実施例と比較例のキャッシュ内に記憶されるデータの総量の違いを示す説明図である。

【図16】 実施例の多重化ディスク装置における、キャッシュヒットしたときのデータの読み込み動作手順を示すタイミング図である。

【図17】 比較例の多重化ディスク装置における、キ

ャッシュヒットしたときのデータの読み込み動作手順を示すタイミング図である。

【図18】 第1の変形例の多重化ディスク装置におけるデータの読み込み動作の概要を示す流れ図である。

【図19】 第1の変形例の多重化ディスク装置における対応関係変更動作の概要を示す流れ図である。

【図20】 第2の変形例の多重化ディスク装置におけるデータの読み出し動作の概要を示す流れ図である。

【図21】 第2の変形例の多重化ディスク装置におけるデータの書き込み動作の概要を示す流れ図である。

【図22】 本発明の応用例である3つのディスク装置を備えた多重化ディスク装置の概要を示す構成図である。

【図23】 本発明の応用例である、複数台のディスク装置のペアを備えた多重化ディスク装置の概要を示す構成図である。

【図24】 本発明の応用例である、ホスト内にコントローラを設けた多重化ディスク装置の概要を示す構成図である。

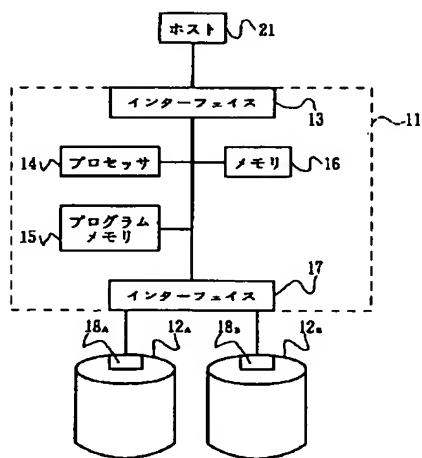
【図25】 本発明の応用例である、ディスク装置とコントローラとをデジタイチェーン接続した多重化ディスク装置の概要を示す構成図である。

【図26】 従来例の、コントローラ内部にキャッシュメモリを備えた多重化ディスク装置の概要を示す説明図である。

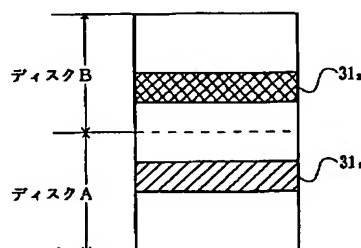
【符号の説明】

11…コントローラ、12…ディスク装置、13、17…インタフェース、14…プロセッサ、15…プログラムメモリ、16…メモリ、31…データ、41、42…書き込み要求、43…応答完了通知

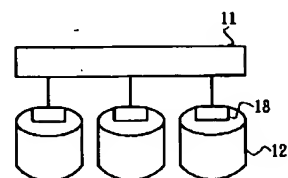
【図1】



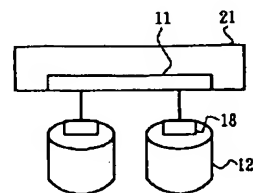
【図4】



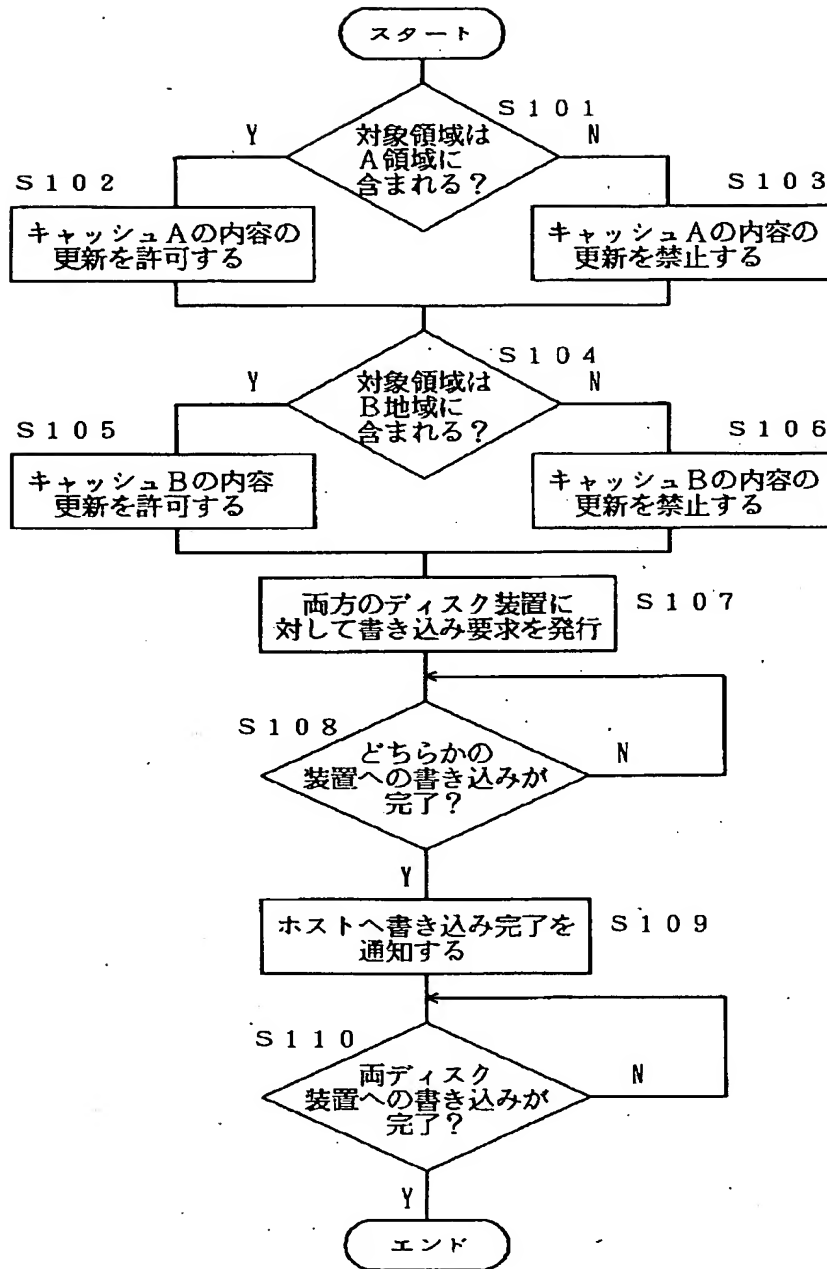
【図22】



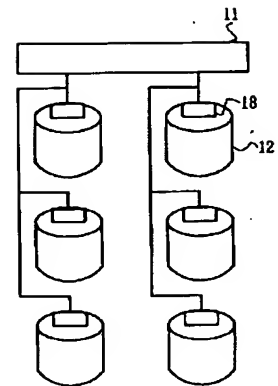
【図24】



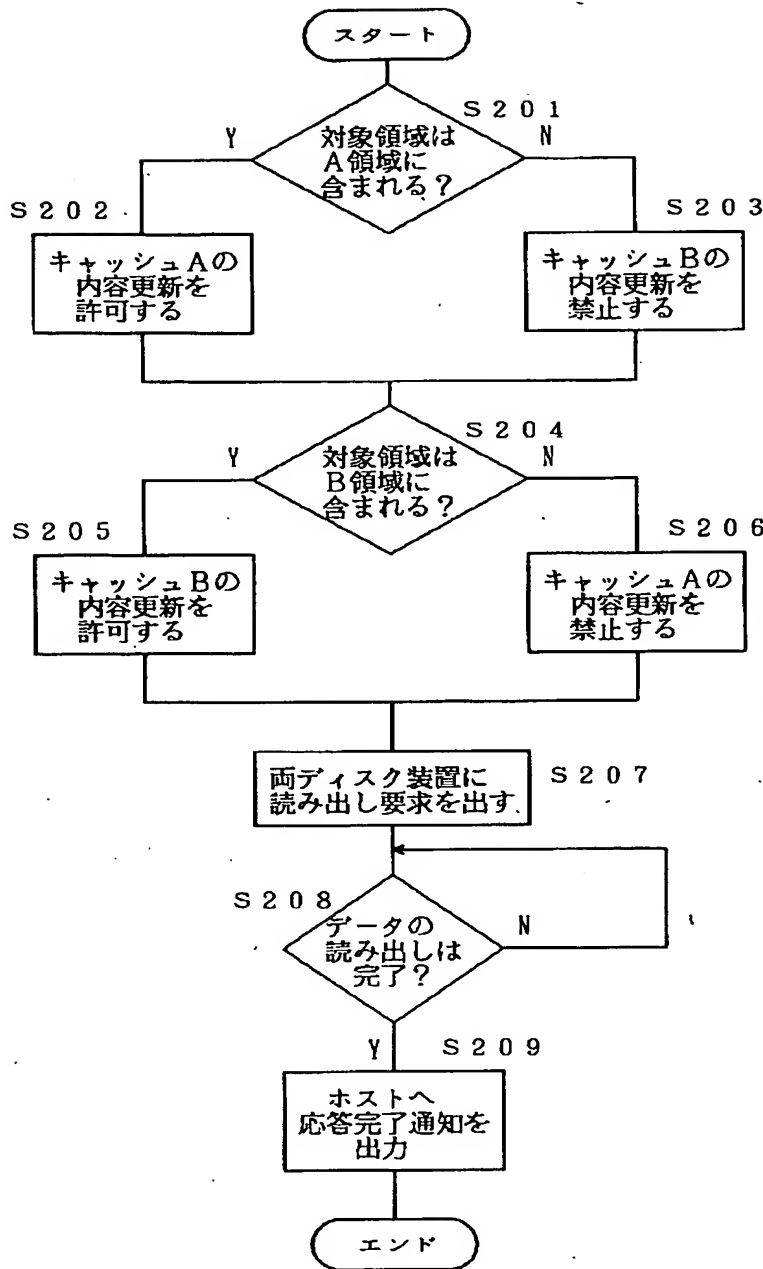
【図2】



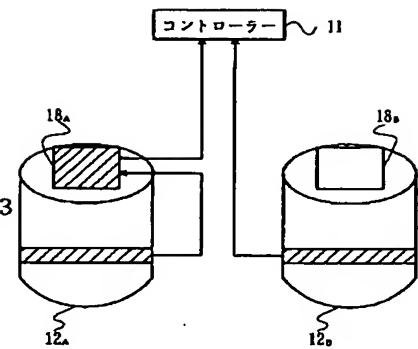
【図23】



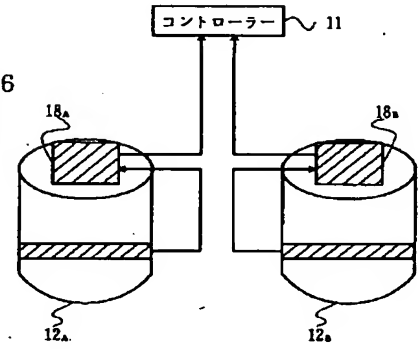
【図3】



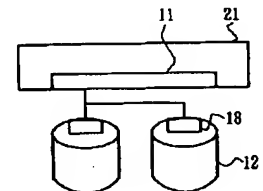
【図9】



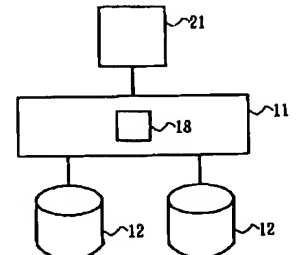
【図10】



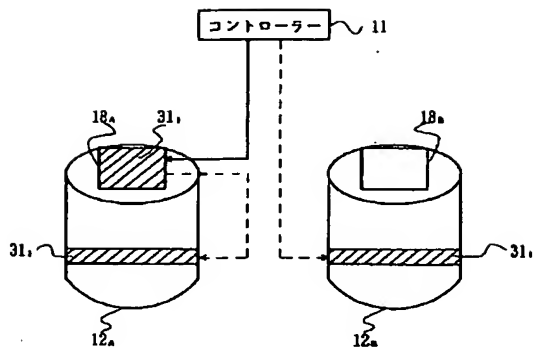
【図25】



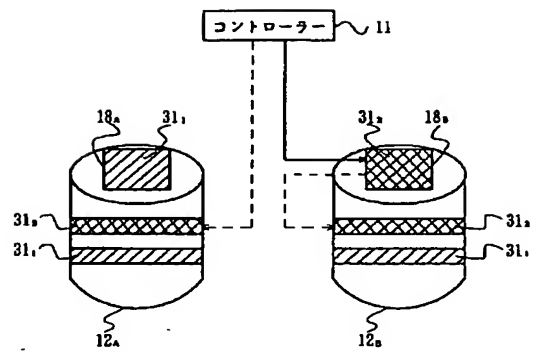
【図26】



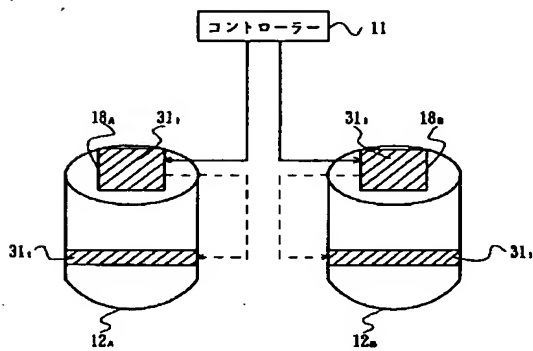
【図5】



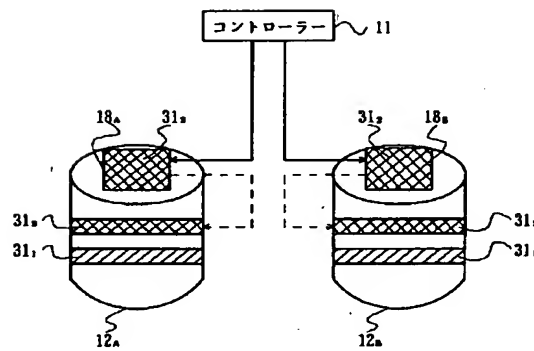
【図6】



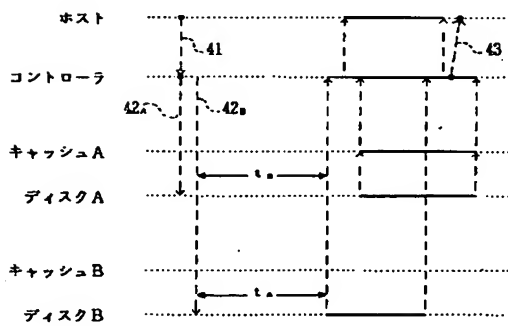
【図7】



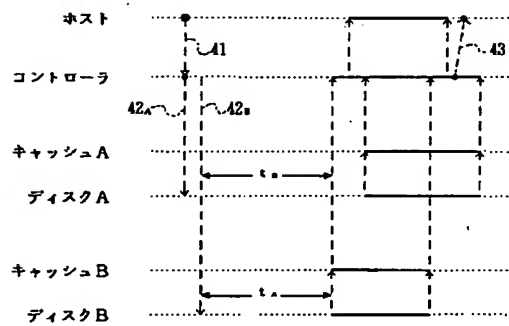
【図8】



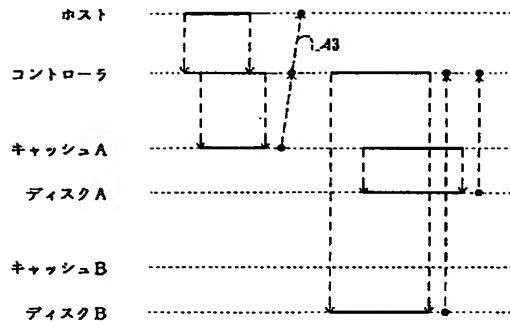
【図11】



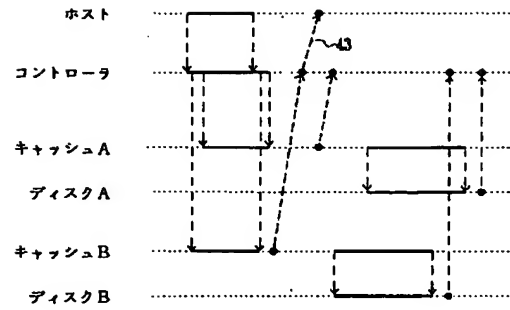
【図12】



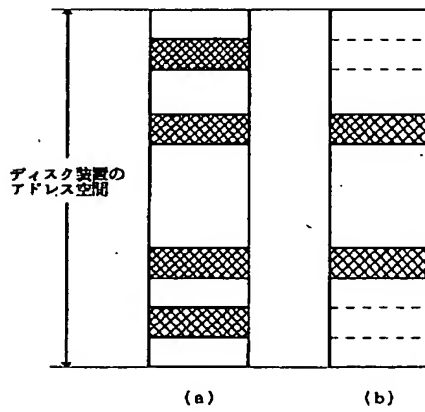
【図13】



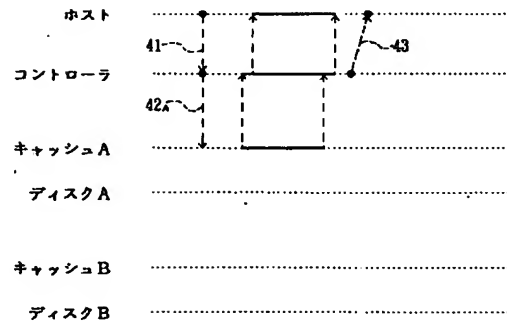
【図14】



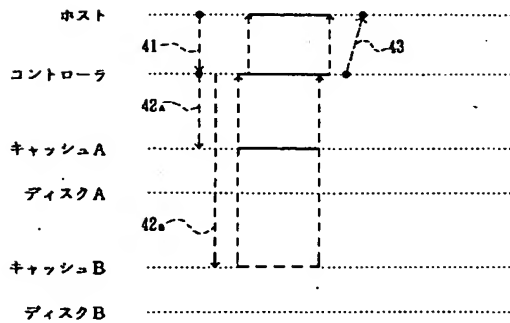
【図15】



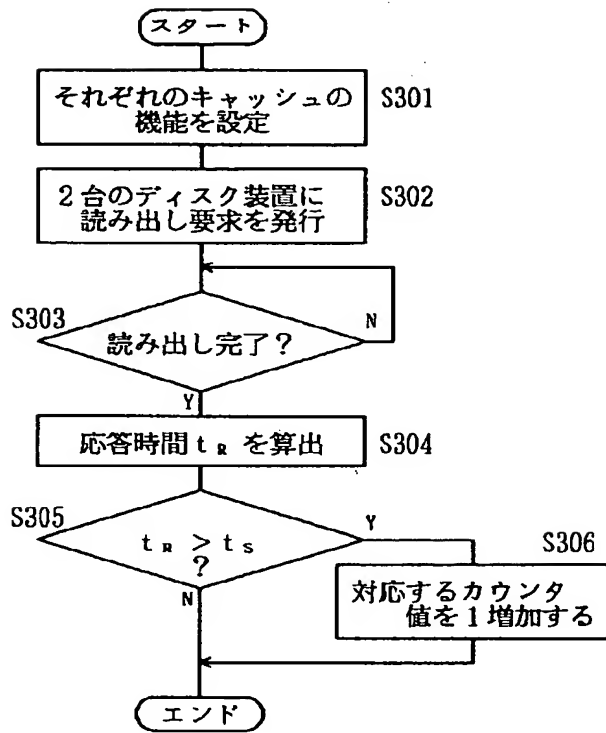
【図16】



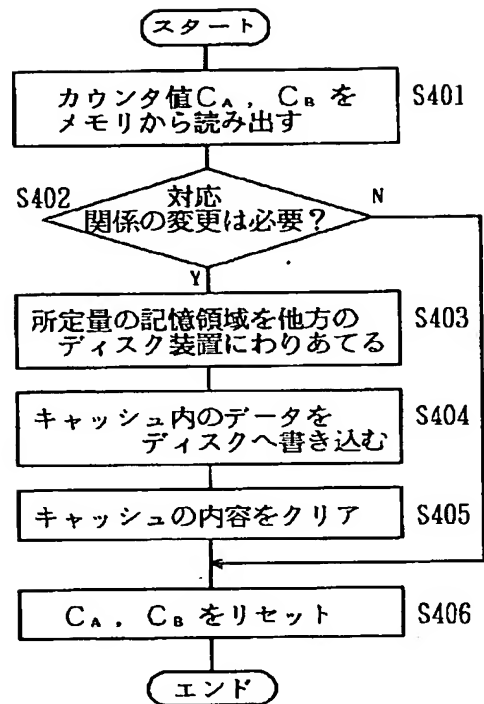
【図17】



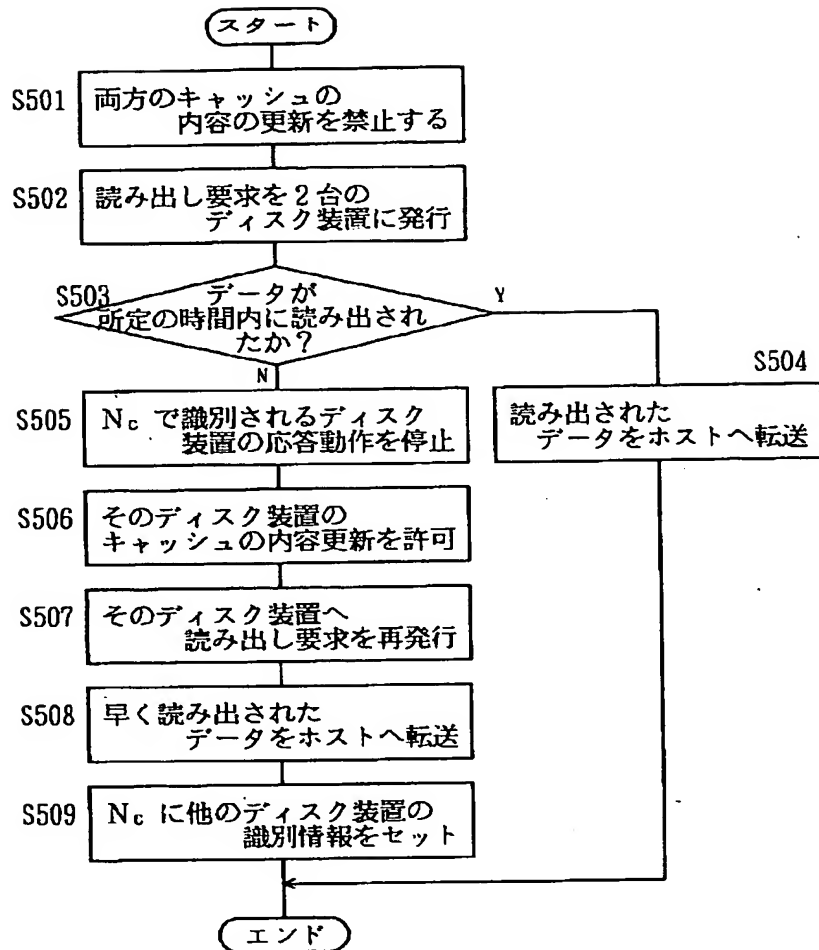
【図18】



【図19】



【図20】



【図21】

